

提高存量火电利用小时减少北方农村 冬季散煤取暖烟尘排放

乐建华, 刘进雄
(中国华电香港有限公司, 北京 100031)

摘 要:分析雾霾成因之一燃煤烟尘排放数据, 确认散煤燃烧的烟尘排放量是燃煤电厂的 150 ~ 330 倍(2017 年数据), 提出相应控排烟尘手段是减少北方农村冬季的散煤取暖。比较火电与散煤烟尘排放量, 提出火电“上大压小”已完成历史使命, 不宜继续。存量火电实际排放标准已可媲美气电, 比较两者成本与对外依存度, 提出“气代煤”应是燃气替代散煤, 而非气电替代煤电。结合当前存量火电利用小时数低于 4300 h 的现状, 在分析北京“煤改电”补贴政策的基础上, 提出提高存量火电利用小时, 所增加电量以阶梯成本电价直补农户, 以替代北方农村散煤取暖, 实现资源充分利用, 以电价转移支持环境改善, 为控制雾霾重要成因之一的散煤取暖烟尘排放提供了新的思路。

关键词:雾霾; 烟尘排放; 采暖; 存量火电; 利用小时

中图分类号: X 773 **文献标志码:** A **文章编号:** 1674 - 1951(2018)09 - 0055 - 06

1 治霾方向偏差问题的产生

1.1 现状

霾是一种大气污染状态, 是对大气中各种悬浮固体颗粒物含量超标的笼统表述, 尤其是 PM2.5 (空气动力学当量直径 $\leq 2.5\text{ }\mu\text{m}$ 的颗粒物) 被认为是造成霾天气的“元凶”。霾的源头多种多样, 比如汽车尾气、工业排放、建筑扬尘、煤炭燃烧等等, 霾天气通常是多种污染源混合作用形成的。北方城市霾由来已久, 很多城市 PM2.5 长期处于超标状态, 对居民的日常生活和身体健康造成极大影响。

北方很多城市长期都处于霾污染状态, 京津冀鲁地区表现更为突出, 见表 1。随着霾天气的加重

和人们意识的逐步提高, 越来越多的人呼吁加大空气的治理。

如图 1 所示, 2016 年 3 月、9 月 ~ 12 月 PM2.5 未能达到优良的天数和超标幅度都比其他月份高, 季节性特征明显。

1.2 霾的来源^[1]

中科院 2013 年底公布对北京 PM2.5 化学组成及来源的季节性变化研究成果。其中, 北京 PM2.5 有 6 个重要来源, 分别是土壤尘、燃煤、生物质燃烧、汽车尾气与垃圾焚烧、工业污染和二次无机气溶胶, 占比分别为 15%、18%、12%、4%、25% 和 26%。

另外, 根据北京市环保监测中心 2014 年元月提供的研究结果, 北京市的大气污染源中, 外来传输

表 1 2017 年全国霾最严重的城市排名(前 30 名) $\mu\text{g}/\text{m}^3$

排名	城市	PM2.5 年均值	排名	城市	PM2.5 年均值	排名	城市	PM2.5 年均值
1	邢台	131.4	11	安阳	94.6	21	枣庄	87.6
2	保定	127.2	12	淄博	94.6	22	平顶山	87.3
3	石家庄	122.6	13	莱芜	93.4	23	寿光	86.3
4	邯郸	114.2	14	宜昌	92.1	24	天津	85.8
5	衡水	107.6	15	临沂	91.9	25	滨州	85.4
6	德州	106.0	16	济南	91.0	26	北京	83.2
7	菏泽	100.6	17	荆州	88.8	27	开封	82.2
8	聊城	99.8	18	济宁	88.2	28	合肥	80.0
9	廊坊	99.3	19	沧州	88.0	29	武汉	79.5
10	唐山	98.4	20	郑州	87.6	30	焦作	78.2

注: 轻度污染标准为 75 ~ 115 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ 。

占 24.5%, 其他 75.5% 为本地污染排放产生。其中, 机动车污染占比最大, 约占 22.2%; 其次是燃煤

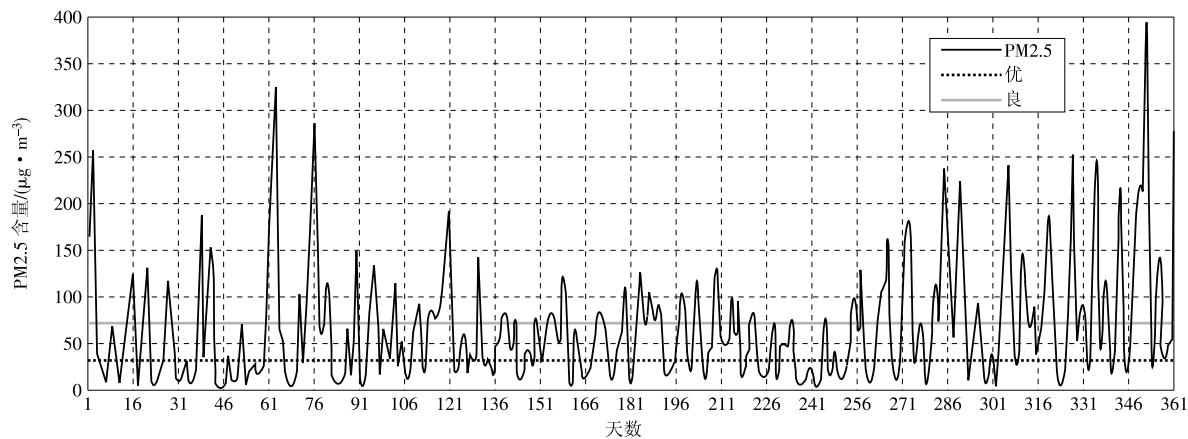


图1 2016年北京PM2.5的测量数据情况

污染占 16.7% ;工业污染占 16.3% ;扬尘污染占 15.8% ;其他方面占 4.5% 。

从上述 2 个研究结果可看出,燃煤污染是其中起作用的主要因素之一。然而,近年来社会舆论、部分政府部门往往把火电厂作为霾治理的主要方向。

1.2.1 煤电烟尘排放

根据中电联统计分析,电力烟尘排放量由 2005 年的约 360×10^4 t (火电装机容量 3.82×10^8 kW,发电量 2.10×10^{12} kW · h) 降至 2017 年的 26×10^4 t 左右(火电装机容量 11.06×10^8 kW,发电量 4.55×10^{12} kW · h),比峰值下降 92%。从火电单位发电量污染物排放量看,烟尘由 2005 年 $1.8 \text{ g}/(\text{kW} \cdot \text{h})$ 降至 2017 年的 $0.06 \text{ g}/(\text{kW} \cdot \text{h})$,仅为原来的 3.33%。

1.2.2 散煤燃烧烟尘排放

根据《2017 中国散煤治理调研报告》,2015 年我国可估算的散煤消费量约为 7.5 亿 t。其中工业小窑炉、民用散煤和工业小锅炉三分天下:民用生活燃煤约 2.34 亿 t;小锅炉燃煤约 2.2 亿 t;工业小窑炉燃煤约 2.36 亿 t;其他未完全统计的散煤约 0.6 亿 t。

根据火电厂煤耗计算 ($309 \text{ g}/(\text{kW} \cdot \text{h})$),2017 年火电耗煤约 14.06 亿 t 标准煤,考虑到火电烟尘去除率为 99.67% ~ 99.85%,则 2017 年散煤燃烧排出的烟尘约 3 939.39 万 ~ 8 666.67 万 t (2017 年散煤使用量按 7 亿 t 计算,散煤排放按 100% 计算)。如果考虑到散煤各种非煤产灰成分远高于标煤的情况,全国散煤燃烧产生的烟尘实际排放量还要大于上述数据。也就是说,现有散煤一年的烟尘排放量足够电力用煤排放 150 ~ 330 年(按 2017 年同等水平计算)。

从上述数据可看出,燃煤污染是造成霾天气的主要因素之一,但其中主要是散烧煤,而不是火电厂。实际上,每年发生大面积霾时,空气中弥漫着刺鼻的燃煤气味,也证实了散烧煤的影响。这说明此

前治理霾天气仅在煤炭这一项(其他如建筑扬尘、汽车尾气不在本文讨论范围)未抓住散煤燃烧这个主要矛盾。

2 外部条件

2.1 2017 年天然气生产消费情况

据发改委网站消息,2017 年天然气消费量 2373 亿 m^3 ,同比增长 15.3%。国内天然气产量为 1 487 亿 m^3 ,同比增长 8.5%,天然气进口量 920 亿 m^3 ,同比增长 27.6%,进口天然气占消费量 38.8%。

2.2 全国火电利用小时

2011 年全国火电设备平均利用小时 5 294 h,2016 年火电设备利用小时持续降至 4 165 h,连年持续降低,为 1964 年以来年度最低。2017 年火电设备利用小时略有回升,为 4 209 h。

2.3 世界主要国家一次能源消费结构

从表 2 可知,中国直接使用煤炭比例偏高,比排第二的印度高 24 百分点,比发达国家平均约 5% 的比例更超过 36 百分点。另一方面,电力与天然气合计占终端能源消费比重比发达国家低约 10 百分点。

2.4 火电超低排放改造

2017 年,火电领域的煤炭清洁高效利用再上新台阶。全国各地全面启动并累计实施煤电机组超低排放改造 6.4×10^8 kW、节能改造约 5.3×10^8 kW,其中五大集团实现超低排放改造机组容量达 $38\,759 \times 10^4$ kW。提前两年多完成 2020 年改造目标,大气污染物排放指标跃居世界先进水平,已形成世界最高效清洁的煤电系统。

2.5 江苏省火电/气电电价对比

2017 年,江苏省气电装机达到 $1\,348 \times 10^4$ kW,位列全国第一。根据江苏省物价局 2015 年 4 月 17 日文件,江苏省燃煤发电标杆上网电价降为 0.4096 元/(kW · h) (含脱硫、脱硝和除尘电价)。自 2015 年 4 月 1 日起,江苏省各类天然气发电机组上网电

表 2 世界主要国家一次能源消费结构 %

国家	煤炭	石油	天然气	电力	热力	合计
世界	10.1	40.7	15.5	17.7	16.0	100
中国	41.6	25.4	5.9	22.6	4.5	100
美国	1.6	49.7	21.7	21.7	5.3	100
印度	17.4	28.7	5.3	13.5	35.1	100
俄罗斯	3.4	25.4	30.1	13.7	27.4	100
日本	8.4	53.3	11.2	25.7	1.4	100
德国	3.7	41.6	23.2	20.3	11.2	100
巴西	3.8	46.0	5.8	18.0	26.4	100
加拿大	1.5	44.1	27.4	21.9	5.1	100
伊朗	0.2	35.7	54.0	10.0	0.1	100
韩国	6.0	51.0	13.4	25.1	4.5	100
印尼	7.1	40.7	10.5	8.7	33.0	100
法国	2.1	45.9	18.1	23.7	10.2	100
意大利	1.8	42.3	28.4	20.5	7.0	100
英国	2.0	42.9	30.7	21.7	2.7	100
墨西哥	1.5	63.7	11.8	16.7	6.3	100
西班牙	1.4	52.3	16.5	23.3	6.5	100

价暂按 0.69 元/(kW·h)结算。

3 火电厂排放情况与相关标准对比^[2-4]

表 3~表 6 分别为《锅炉大气污染物国家排放标准》(GB 13271—2014)、北京市地方标准《锅炉大气污染物排放标准》(DB 11/139—2015)、火电厂超低排放标准及改造实例、美国同期排放标准^[5]。

表 3 GB 13271—2014 排放限值

污染物项目	排放限值			监控位置
	燃煤	燃油	燃气	
烟尘/(mg·m ⁻³)	50	30	20	烟囱或烟道
二氧化硫/(mg·m ⁻³)	300	200	50	
氮氧化物/(mg·m ⁻³)	300	250	250	
汞及其化合物/(mg·m ⁻³)	0.05	—	—	
烟气黑度/级	≤1			烟囱排放口

表 4 北京市锅炉大气污染物排放浓度限值

污染物项目	单位	2017 年 3 月 31 日前的新建锅炉	2017 年 4 月 1 日起的新建锅炉
颗粒物	mg/m ³	5	5
二氧化硫	mg/m ³	10	10
氮氧化物	mg/m ³	80	30
汞及其他合物	μg/m ³	0.5	0.5
烟气黑度	级	1 级	

表 5 火电厂超低排放标准及改造实例

污染物项目	标准	南方某 600 MW 火电机组瞬时排放数据
烟尘/(mg·m ⁻³)	5	4.23
二氧化硫/(mg·m ⁻³)	35	14.43
氮氧化物/(mg·m ⁻³)	50	24.66
汞及其化合物/(μg·m ⁻³)	3	—
三氧化硫/(mg·m ⁻³)	5	—

表 6 火电厂排放标准燃煤发电锅炉颗粒物(PM)排放限值比较

国别	污染物	建设类型	排放限值	平均取值周期
美国	PM	2005-03-01 之前新建或者改扩建	13 ng/J 热输入;不透明度 20% ;不透明度 27% (安装有 CEMS 装置的)	
		2005-02-28—2011-05-04 新建或者改扩建	18 ng/J 总能量输出;或 6.4 ng/J 热输入	不透明度 6 min;滑动 30 d
		2011-05-03 之后新建或者改扩建	11 ng/J 能量总输出;或 12 ng/J 能量净输出;启停期间另作规定	
中国	烟尘	新建锅炉	30 mg/m ³	
		现有锅炉	重点地区 20 mg/m ³	

经换算,美国 2011 年 5 月以后烟尘排放最新标准为 110.7 mg/m³,系中国相应标准的 3.69 倍。是中国火电超低排放标准的 22 倍。

对比上述几个标准,我们可以看出,火电超低排放标准中影响霾的主要因素烟尘的排放量已比两个号称史上最严的国家排放标准《锅炉大气污染物排放标准》(GB 13271—2014)、地方标准《锅炉大气污染物排放标准》(DB 11/139—2015)还要低。经过火电超低排放改造后,相关 600 MW 煤电机组烟尘排放量已经优于 GB 13271—2014 中规定的燃气锅炉标准。

4 采暖季农村供暖量计算

以北京为例,仅计算家庭住宅的采暖情况,其他场所如办公、医院、商场、场馆等其他设施的采暖计算方法可参照此例。2016 年居民家庭基本情况见表 7。

表 7 2016 年北京居民家庭基本情况

项目	全市平均	城镇	农村
常住人口	2 172.9	1 879.6	293.3
平均每户常住人口(全市 538.2 万户)	2.7	2.6	3.0
人均居住面积/m ²	34.02	32.38	44.50
可支配收入/元	52 530	57 275	22 310
人均消费支出/元	35 416	38 256	17 329
水电燃料及其他/元	1 185	1 191	1 145
用煤/元			389
百户家庭拥有空调/台	163	166	135

根据国家住建部颁布的《城镇供热规划规范》(GB/T 51074—2015),建筑采暖热负荷按公式(1)计算。

$$Q_h = \sum_{i=1}^n q_{hi} \times A_i \div 1\,000 \quad , \quad (1)$$

式中: Q_h 为采暖热负荷,kW; q_{hi} 为建筑采暖热指标,W/m²,取值参数见表 8; A_i 为各类建筑的建筑面积,m²; i 为建筑类型。

北京市居民采暖季自 11 月 15 日至次年 3 月 15 日,共计 120 d。其中,热负荷上限的采暖热指标取未采取节能措施的低层住宅上限,即 75 W/m²,热负

荷下限采暖热指标取采取节能措施的多高层住宅下限,即 35 W/m²。由公式(1)和表 7、表 8,计算可得的热负荷,结果如表 9 所示。

表 9 北京居民家庭采暖季热负荷 MJ

建筑类型	采暖热指标取值		全市	城镇	农村
	下限	上限			
低层无节能措施	63	75	59 998	54 990	87 200
			71 426	65 465	103 810
高层无节能措施	58	64	55 236	50 626	80 279
			60 950	55 863	88 584
低层有节能措施	40	55	38 094	34 914	55 365
			52 379	48 007	76 127
高层有节能措施	35	45	33 332	30 550	48 444
			42 855	39 279	62 286

根据前述数据,北京农村总供热量在 541 × 10⁸ ~ 1 015 × 10⁸ MJ 之间,所需电量为 65 × 10⁸ ~ 121 × 10⁸ (kW · h)。2017 年华北地区农村人口约 6 446 万人(其中山西为 2016 年数据),按北京标准计算,所需电量为 1 428 × 10⁸ ~ 2 659 × 10⁸ kW · h。

5 北京农村取暖“煤改电”情况

根据表 7 可知,北京市百户家庭拥有空调 163 台,其中城镇家庭 166,农村家庭 135 台。考虑部分空调只能制冷,不能采暖,还有部分空调能耗系数为 2,3 级,1 ~ 3 级空调数分别取 0.2,0.3,0.3,不能采暖按 0.2 考虑。下面以格力 1.5 匹 3 种空调作为样本进行计算,数据见表 10。

表 10 格力 1.5 匹空调相关制热参数

	1 级	2 级	3 级
制热量/W	5 000	4 750	4 500
	(300 ~ 6 250)	(800 ~ 5 450)	(800 ~ 5 100)
制热功率/W	1 380	1 400	1 500
	(90 ~ 1 810)	(180 ~ 1 730)	(190 ~ 1 755)
价格/元	3 869.00	3 599.00	3 099.00

根据供热面积及空调制热能力,现有空调情况城镇家庭基本能满足供热要求,农村家庭户均需求空调量最高达 2.65 台,需求缺口达 1.3 台。

下面以低层无节能措施农村家庭采暖季情况进

表 8 建筑采暖热指标 W/m²

建筑物类型	低层住宅	多高层住宅	办公	医院托幼	旅馆	商场	学校	影剧院展览院	大礼堂体育馆
未采取节能措施	63 ~ 75	58 ~ 64	60 ~ 80	65 ~ 80	6 ~ 70	65 ~ 80	60 ~ 80	95 ~ 115	115 ~ 165
采取节能措施	40 ~ 55	35 ~ 45	40 ~ 70	55 ~ 70	50 ~ 60	55 ~ 70	50 ~ 70	80 ~ 105	100 ~ 150

行分析,分别按现有电价、一档电价和惠民电价(标杆上网电价),则采暖季支出费用见表 11。

表 11 低层无节能措施农村家庭采暖季费用支出

耗电量/ kW · h	现行电 价/元	一档电 价/元	惠民电 价/元	空调购置 费/元
7 267	4 384	3 548	2 615	3 405
8 651	5 475	4 224	3 113	5 030

注:北京市发改委规定的标杆上网电价调整为 0.359 8 元/kW · h(含税)。

按一级能耗空调价格计算,农村家庭购置空调支出最高达 5 030 元,而农村家庭水电燃料及其他支出为 3 425 元/户,考虑取暖季电费最高 5 475 元的支出,没有补贴则很难激发农村家庭的煤改电取暖热情。

因此,北京市居民采暖用电按照惠民电价进行核算,则北京市家庭供暖季总支出平均为 1 000 ~ 2 142 元之间,约占家庭可支配收入的 0.7% ~ 1.5%。完全满足《全国城市燃气天然气利用规划(住建部)》关于我国家庭燃料费支出一般不应超过可支配收入的 2.0% ~ 3.0% 的要求。但即使在惠民电价下,农村部分家庭采暖季电费仍高达 3 113 元,空调购置费用达 5 030 元。

根据《京郊日报》2015 年 11 月报道,北京密云电网改造由电力公司承担 70%,政府固定资产投资补贴 30%,煤改电分为热式电暖气、空气源热泵两种类型,居民根据自家情况选择合适的产品,政府对参与改造工程的用户给予相应补贴,每户最高补 2 万元,在实施煤改电的村执行峰谷电价政策,低谷电价时段为每天 21 时到次日 6 时,低谷时段电价享受各级补贴后,居民实际出资 0.1 元/(kW · h)。2016 年,北京市电力公司对 21 万“煤改电”用户进行统计,得出的结果是整个采暖季户均用电 5 500 kW · h,享受政府补贴后的每户电费大概在 1 600 元左右。

然而就是实行如此强度的补贴,北京农村仍存在使用零星散煤现象——毕竟电费是煤炭使用费用的 4.11 倍,对农村收入较低家庭来说,仍存在难以抵抗的诱惑力。这还是在城镇人口是农村人口近 6 倍的北京,如果是华北地区其他省区,由于农村人口占大部分,加上相关省区财力限制,情况更加复杂。

6 建议方案

6.1 火电机组“以大代小”已完成历史使命

从前述分析我们可以看出,造成华北地区霾天气的因素之一的煤炭燃烧排放的主要症结在散煤。因此,目前开展的火电机组“以大代小”行动已完成

历史使命,所起的作用已极其微弱。再继续此项政策是在浪费国家资源。换句话说来说,就是在影响问题的 80% 非主要部分上花了太多时间与资源,反而忽略了影响问题的 20% 关键部分。因此,应尽快停止火电机组“以大代小”行动。

6.2 宜放缓新增燃气机组节奏

从前述数据我们可以看出,面对当前经超低排放改造的大容量火电机组(300 MW 及以上),燃气机组无论是经济性、对外依存度等方面处于明显劣势,仅在环境友好程度上略占优势——排放比火电略低,但两者均满足现行最严排放标准要求;另外,在调峰性能方面,燃气机组远逊于水电及抽水蓄能机组。因此建议国家谨慎有序推动天然气发电产业发展,放缓新增燃气机组建设节奏。

实际上,现有“气代煤”本应是天然气替代散煤,却异化成“气电替代煤电”,这不能不让人深思。

6.3 农村散煤替换方案

6.3.1 利用存量火电替代

鉴于目前全国火电平均利用小时已降至 4 209 h,而实际上各火电厂经济评价时,其利用小时高达 6 000 ~ 6 500 h。因此,从技术角度来说现有存量火电厂提供前述替代新增电量没有任何问题,仅五大发电集团完成超低排放改造机组即可提供 $3\,876 \times 10^8 \sim 8\,915 \times 10^8$ kW · h(按增加利用小时 1 000 ~ 2 300 h 计)电能。如果电网需要,火电厂年利用小时达到 7 000 h 也不是什么难事。相应地,华北地区农村电网需作必要的配套升级。

6.3.2 配套经济措施

综合前述,影响华北地区农村散煤取暖的主要因素还是成本问题。采暖电器购置费用及日常取暖电费是两项控制性因素。其中影响采暖电器购置费用的因素是目前市场上供应的采暖电器功率偏大,据报道,市场上供应多为工业用 12 kW 电器,而缺少家用的 2 ~ 6 kW 采暖电器。

(1)降低采暖电器成本。由政府指导,厂家为主,根据市场需求情况,批量生产 2 ~ 6 kW 采暖电器,尤其是空气能采暖电器,以最大限度降低生产成本,提高供暖效率。

由政府出面,仿照 2008 年经济危机后家电下乡模式,对农户购置采暖电器给予充分补贴,同时对采暖电器生产、物流、仓储等环节给予税费方面优惠,降低其他相关成本。

(2)降低电费。按 2017 年单位标煤耗 309 g/(kW · h)计算,火力发电直接燃料成本为 0.216 元/(kW · h)(按标准煤 700 元/t 计),一般直接燃料成本占火电厂生产成本约 70%,则其成本约为

0.309 元/(kW·h)。以北京为例,2017 年 7 月 1 日起,北京市燃煤发电企业含脱硫、脱硝、除尘电价的标杆上网电价调整为每千瓦时 0.359 8 元/(kW·h) (含税)。如果采取如下方式进行替代,按火电年利用小时 4 300 h 为基准,超出部分仅按 0.309 元/(kW·h)收取电费,同时此部分电量电网不再收取过网费,政府相应免除相关税费,则有 0.050 8 元/(kW·h)可直接惠及农户。如按北京市补贴仍维持原有标准,则每度电农户仅需支出 0.049 2 元,仅为原来的 49.2%,对农户的吸引力将大大增强。

考虑到农户电费支出仍高于散煤取暖费用,还可再设置更高优惠条件,如火电厂利用小时超过 4 800 h 后,相应成本仍可降低(其成本约 0.288 元/(kW·h),燃料成本占相关成本 75% 计)。仍以北京为例,按前述条件,则农户仅需支出 0.028 2 元/(kW·h),一个采暖季实际采暖支出 451.2 元(由于实行阶梯电价,实际支出会更高一些),已经与散煤取暖费用(389 元)非常接近了。如果条件具备,4 800 h 以上还可再设置电价分享点,如利用小时达到 5 300 以及更高,则电价可进一步下降。

6.3.3 每年华北地区应补贴取暖费用测算

2017 年华北地区农村人口约 6 446 万人(其中山西为 2016 年数据),按北京标准计,所需电量为 $1428 \times 10^8 \sim 2\,659 \times 10^8$ kW·h;按北京补助 0.2 元/(kW·h)计,每年补贴取暖费用为 285.6 亿 ~ 531.8 亿元。

7 结论

燃煤是造成北方冬季霾天气的主要因素之一,但其中起主要作用的是散煤燃烧,而不是火电厂,前者年排放烟尘是后者的 150 ~ 330 倍。

中国现有燃煤发电机组排放标准已全面超越美国现标准,其单位电能烟尘排放仅为美国现标准的 1/3;根据中国燃煤发电机组超低排放标准,其单位电能烟尘排放仅为美国现标准的 1/22。

现有火电“以大代小”已经完成历史任务,不宜再继续,即便继续,对防治霾天气来说所起作用微乎其微,反而其成本非常高。

现有经过超低排放改造的火电厂,其排放已达到最新燃气电厂标准;“气代煤”实质应是天然气代替散煤燃烧,而非“气电替代煤电”。

通过分享中国火电发展成果治理散煤是非常实用有效且总体成本较低的思路。通过数十年的发展,中国火电利用小时已降至 4 300 h 左右,具备了定额定向反馈社会的技术与经济实力。通过政府补贴空气能采暖电器方式可以帮助农村居民用上“电取暖”。同时,有利于相关“电取暖”设备产业发展。

通过提高存量火电利用小时的方式,辅以必要的农村电网改造,通过设置 4 300 h、4 800 h 两个火电厂利用小时门槛,可以分条件向农村居民提供更加优惠的电价,我们具备让华北地区 6 413 万农村居民用上“电取暖”的经济条件。

鉴于当前燃气发电厂成本高,且天然气进口依存度已近 40%,建议放缓天然气发电厂建设运营节奏,将有限的天然气运用于少数人员较为集中区域的供暖(或综合利用)以直接替代散煤锅炉,如学校、医院、新建集中的轻工业园区等。

在保持现有煤炭产量相对稳定或稳中有降的前提下,用效率更高、排放更低的火电燃煤替换散煤向农村居民供暖,不但可行,而且可提高煤炭利用率,降低煤炭使用总量,于国于民于环境均大有好处。

本文仅着眼于分析解决北方农村取暖散煤排放问题。实质上,文中提出的提高存量火电利用小时、定向降低电价方案亦可用于中西南地区及长江流域,而且由于该区域原无供暖,无论是电取暖设备销售还是建筑物节能改造,由于长江沿岸经济较发达,人口密集,居民消费能力强,追求美好生活的愿望迫切,通过本文建议方案的实施,可催生出一个经济社会效益相当可观的行业。

致谢:本文在燃气发电发展节奏、建议可推广至西南以及华中地区等处得到彭辰先生指点,在此表示感谢。

参考文献:

- [1] 张志超,唐诗颖,王甲铸. 中国霾形成首因是二次无机气溶胶,是真的吗? [EB/OL]. (2014-1-10) [2018-06-16]. <http://truth.cntv.cn/2014/01/09/ARTI1389234709859758.shtml>.
- [2] 王志轩. 精准定位精细化管理改革火电厂污染物排放标准 [J/OL]. 中国电力企业管理, 2018-05-11 [2018-06-16]. <http://huanbao.bjx.com.cn/news/20180511/897121.shtml>.
- [3] 新五大发电集团 2017 年业绩大比拼 [EB/OL]. (2018-03-17) [2018-06-16]. https://mp.weixin.qq.com/s/1nH-_ctL9Gi_XKSRF9XR4g.
- [4] 全晓波. “省物价局很头疼 补不起!” 经济大省江苏也喊气电补贴成本高 [N/OL]. 中国能源报, 2018-05-02 [2018-06-16]. <http://news.bjx.com.cn/html/20180502/895055.shtml>.
- [5] 宋国君,赵英斐,耿建斌,等. 中美燃煤火电厂空气污染物排放标准比较研究 [J]. 中国环境管理, 2017(1) 21-28.

(本文责编:齐琳)

作者简介:

乐建华(1973—),福建沙县人,高级工程师,从事海外能源项目前期、建设、运营管理方面的工作(E-mail: jianhua-le@chdhk.com)。